

## Scale for length measuring devices

Patent Number: DE3823992

Publication date: 1990-01-18

Inventor(s): MUELLER HELMUT (DE)

Applicant(s): ZEISS CARL FA (DE)

Requested Patent:  DE3823992

Application Number: DE19883823992 19880715

Priority Number(s): DE19883823992 19880715

IPC Classification: G01B3/02; G01B11/02; G01B21/02; G01K7/16

EC Classification: G01B5/00C1

Equivalents:

---

### Abstract

---

For the purpose of accurately determining the temperature of the scale, detectors (sensors) in the form, for example, of vapour deposited metal film resistors (6) are integrated directly into the scale (1). The measured temperature values are used for computer correction of changes in the length of the scale (1)

which are caused by thermal expansion. 

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 3823992 A1

⑯ Int. Cl. 5: 001  
G 01 B 21/02  
G 01 K 7/16  
G 01 B 3/02  
G 01 B 11/02

⑯ Akt nz ich n: P 38 23 992.2  
⑯ Anmeld tag: 15. 7. 88  
⑯ Off nlegungstag: 18. 1. 90

⑯ Anmelder:

Fa. Carl Zeiss, 7920 Heidenheim, DE

⑯ Erfinder:

Müller, Helmut, 7070 Schwäbisch Gmünd, DE

⑯ Maßstab für Längenmeßeinrichtungen

Für die genaue Erfassung der Temperatur des Maßstabes sind Meßfühler beispielsweise in Form von aufgedampften Metallfilmwiderständen (6) direkt in den Maßstab (1) integriert.

Die Temperaturmeßwerte werden zur rechnerischen Korrektur der von der thermischen Ausdehnung hervorgerufenen Längenänderungen des Maßstabes (1) benutzt.

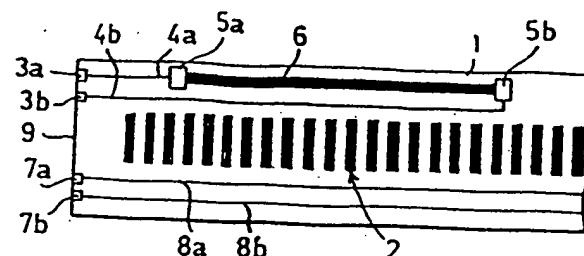


Fig. 1

## Beschreibung

Für genaue Längenmessungen ist neben der Bestimmung bzw. Korrektur des Fehlers, der infolge einer thermischen Längenausdehnung des zu vermessenden Werkstücks selbst auftritt, auch der temperaturabhängige Fehler des Meßgerätes bzw. des verwendeten Maßstabes zu berücksichtigen. So ist es beispielsweise bekannt, der temperaturbedingten Änderung der Meßlänge eines Maßstabes durch eine gegensinnige Stauchung des Maßstabes mit Hilfe eines Dehnstabes aus Material mit hohem thermischen Ausdehnungskoeffizienten entgegenzuwirken. Eine derartige Längenmeßeinrichtung ist in der DE-A1-33 16 082 beschrieben. Diese Art der Kompensation hat jedoch unerwünschte Zwangskräfte auf den Maßstab zur Folge, die zu einer dauernden Deformierung oder gar Zerstörung des Maßstabs führen können.

Aus der DE-A1-36 20 118 ist es für Längenmeßeinrichtungen in Koordinatenmeßgeräten bekannt, die Temperatur der Maßstäbe durch an die Maßstäbe ange setzte Temperaturfühler zu erfassen und die temperaturbedingte Längenänderung der Maßstäbe rechnerisch zu berücksichtigen. Konstruktiv ist die Anbringung der Temperaturfühler so gelöst, daß diskrete Platinwiderstände PT 100 in die Maßstabshalterung eingebaut werden. Dies ist aber aus mehreren Gründen nachteilig. Denn da die Meßfühler nicht direkt am Ort des Interesses nämlich in der Nähe der Maßstabsteilung selbst angebracht werden und der Temperaturübergang vom Maßstab auf den Fühler nicht beliebig schnell bzw. ausreichend gut erfolgt, können durch diese Art der Anbringung Meßfehler entstehen. Außerdem ist die Temperaturleitfähigkeit der für Koordinatenmeßgeräte meist verwendeten Glasmaßstäbe relativ schlecht. Es können sich deshalb örtliche Temperaturgradienten im Maßstab ausbilden die mit nur einem oder zwei Meßfühlern allein nicht erfaßt werden. Hierdurch entstehen insbesondere bei langen Maßstäben Längenmeßfehler in nicht zu vernachlässigender Größenordnung.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei einem Maßstab für Längenmeßgeräte mit Meßfühlern zur Erfassung der Temperatur des Maßstabs diese so auszustalten bzw. anzubringen, daß die Maßstabstemperatur möglichst exakt erfaßt wird.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruches 1 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Durch die erfundungsgemäße Maßnahme erreicht man, daß die Temperatur des Maßstabes exakt am Ort des Interesses gemessen wird. Außerdem erfolgt der Temperaturübergang vom Trägermaterial des Maßstabes auf den Fühler direkt ohne jegliche Zwischenschaltung weiterer mehr oder minder schlecht leitender Materialien. Die Verbindung zwischen Maßstab und Fühler ist zudem dauerhaft sichergestellt.

Es ist zweckmäßig, die Sensoren als Metallfilmwiderstände auszubilden und besonders vorteilhaft, wenn diese aus dem gleichen Material wie die Maßstabsteilung selbst bestehen. Sie können dann zusammen mit der eigentlichen Maßstabsteilung im gleichen Arbeitsprozess aufgebracht, vorzugsweise aufgedampft werden. Als Material kommen beispielsweise Chrom, Aluminium, Nickel oder Platin in Frage. Herkömmliche photoelektrisch ablesbare Maßstäbe bestehen aus Glas und besitzen eine aufgedampfte Teilung aus Chrom. Dieses Material eignet sich auch gut für den Sensor.

Es ist möglich, die Temperatursensoren neben der Maßstabsteilung aufzubringen. Sie können dann so an-

geordnet werden, daß sie sich in Längsrichtung des Maßstabes über den Bereich mehrere Teilstriche der Maßstabsteilung erstrecken. In dieser Ausbildung integriert dann der Temperatursensor den über seinen Bereich auftretenden Temperaturgradienten und liefert einen mittleren Temperaturmeßwert.

Es ist jedoch auch möglich, einzelne Teile der Maßstabsteilung selbst als Temperatursensor zu verwenden. Auf diese Weise lassen sich sehr einfach eine Vielzahl von Meßstellen direkt im Bereich der Teilung selbst realisieren. In diesem Falle kann es zweckmäßig sein, mehrere Teilstriche der Maßstabsteilung elektrisch parallel oder in Reihe zu schalten. Durch diese Maßnahme können gewünschte Widerstandswerte für den Temperatursensor realisiert werden und kann insbesondere bei Parallelschaltung nachträglich eine Kalibrierung des Sensors einfach durch Unterbrechung der Zuleitung zu einzelnen Maßstabstrichen vorgenommen werden.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Fig. 1 – 4 der beigefügten Zeichnung. Die Figuren zeigen alle jeweils ein anderes Ausführungsbeispiel eines Maßstabes mit integriertem Temperatursensor. Dargestellt sind jeweils Teilbereiche eines Maßstabes in Aufsicht auf die Maßstabsteilung.

Der in Fig. 1 dargestellte Maßstab (1) besteht aus Glas und besitzt eine inkrementale Teilung in Form eines aufgedampften Strichgitters (2). Die Gitterstriche bestehen aus Chrom und werden von einer hier nicht dargestellten photoelektrischen Gebereinheit abgetastet.

Neben der Maßstabsteilung (2) ist ein Metallfilmwiderstand (6) ebenfalls aus Chrom aufgedampft. Die durch großflächigere Kontaktstücke (5a und 5b) abgeschlossenen Enden des Widerstandes (6) sind elektrisch mit aufgedruckten Zuleitungen (4a bzw. 4b) mit größerer Schichtdicke verbunden. Diese Zuleitungen (4a und 4b) führen zu Kontakten (3a und 3b) am stirnseitigen Ende des Maßstabes (1). Hier werden die Zuleitungen an die Verbindungskabel einer Meßschaltung angeschlossen, die aus dem Widerstandswert des Metallfilmwiderstandes (6) die Temperatur an dieser Stelle des Maßstabes ermittelt. Derartige Schaltungen sind bekannt und werden deshalb nicht dargestellt.

Am gleichen stirnseitigen Ende (9) des Maßstabes (1) sind die Kontakte (7a und 7b) für ein weiteres Zuleitungspaar (8a/8b) für einen zweiten, in der Abbildung hier nicht sichtbaren Widerstand angeschlossen. Natürlich können auf die Länge des Maßstabes (1) beliebig viele Meßwiderstände aufgebracht werden, die dann beispielsweise mit ihren Zuleitungen an der Längsseite des Maßstabes (1) kontaktiert werden können. Für eine ausreichend genaue Erfassung der temperaturbedingten Längenausdehnung des Maßstabs genügen im allgemeinen vier bis fünf Meßstellen pro Meter Maßstabslänge.

Auf dem in Fig. 2 dargestellten Maßstab (11) gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel sind einzelne Striche der Maßstabsteilung (12) selbst als Meßwiderstand verwendet. In der Regel sind die Teilungsstriche eines photoelektrischen Inkrementalmaßstabes, wie er in Fig. 2 dargestellt ist, wenige Mikrometer, z.B. 8 Mikrometer breit und bestehen aus einer Chromschicht von 0,1 Mikrometer Dicke. Bei einer Strichlänge von 12 mm besitzt ein solcher Maßstabsstrich einen Innenwiderstand von etwa 2000 Ohm.

Der Maßstabstrich (16) besitzt eine etwas größere Länge als die übrigen Maßstabsstriche und geht an bei-

den Enden in Kontaktfelder (15a und 15b) über, die jeweils an ein Leiterpaar (13a/14a) und (13b/14b) mit sehr viel höherer Schichtdicke angeschlossen sind. Da hier je Meßstelle zwei Leiterpaare verwendet sind, ist eine Temperaturmessung nach der sogenannten Vierleitermethode möglich, d.h. über die Leiter (13a/13b) wird dem Meßwiderstand (16) ein Konstantstrom zugeführt, während die beiden Leiter (14a/14b) zur Ableitung der am Meßwiderstand (16) abfallenden temperaturabhängigen Spannung dienen. Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, sind auch in diesem Ausführungsbeispiel wieder mehrere Meßstellen auf der Oberfläche des Maßstabes realisiert. Die übrigen Meßstellen besitzen den gleichartigen Aufbau wie der vorstehend beschriebene Sensor und sind in der Fig. 2 mit (17) und (18) bezeichnet.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Maßstab (31) gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel dienen auch wieder jeweils Striche der Maßstabsteilung selbst als Meßwiderstand. Hier sind jedoch durch die zwei beidseitig der Maßstabsteilung (32) in Längsrichtung angeordneten Kontaktfelder (35a und 35b) mehrere Maßstabsstriche elektrisch parallel geschaltet.

Die Parallelschaltung von 20 Maßstabsstrichen aus Chrom erlaubt es z.B., den für Temperaturmessungen üblichen Widerstandswert von 100 Ohm zu erreichen. Die Abhängigkeit des Widerstandes von der Beschaffenheit eines einzelnen Maßstabsstriches wird damit außerdem reduziert. Die Parallelschaltung ermöglicht es zusätzlich, den Gesamtwiderstand des aus den Maßstabsstrichen (36a–36i) gebildeten Sensors abzugleichen, indem nachträglich einfach die elektrische Verbindung einzelner Maßstabsstriche zu den Kontaktfeldern unterbrochen wird. Dies ist beispielsweise für den Maßstabsstrich (36i) an der mit dem Pfeil (37) gekennzeichneten Stelle geschehen. Ein Abgleich des Gesamtwiderstandes ist unter Umständen dann erforderlich, wenn nicht nur Temperaturänderungen des Maßstabes, sondern dessen Temperatur absolut gemessen werden soll. Auch im Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 sind die Kontaktfelder (35a und 35b) wieder an je zwei Leitungspaire (33a/34a und 33b/34b) angeschlossen, um nach der Vierdrahtmethode messen zu können.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 bilden alle zwischen den beiden mit (27a) und (27b) bezeichneten Strichen der Maßstabsteilung (22) zusammen mit zwei sich beidseitig der Teilung (22) auf dem Maßstab (21) in Längsrichtung erstreckenden Leiterbahnen (26a und 26b) den Meßwiderstand. Die Leiterbahnen (26a und 26b) sind über die Teilungsstriche (27a und 27b) elektrisch miteinander verbunden. Die beiden parallelen Leiterbahnen (26a,b) des Meßwiderstandes sind beispielsweise über je 1000 Chromstriche der Maßstabsteilung (27) verbunden, die parallel geschaltet einen Gesamtwiderstand von 2 Ohm besitzen. Wenn jede Leiterbahn (26a,b) ebenfalls aus Chrom besteht und eine Breite von 3,75 mm und eine Länge von 500 mm besitzt, beträgt ihr Widerstand ca. 200 Ohm. Der Gesamtwiderstand des Netzwerks beträgt dann 101 Ohm und kann sehr einfach und hochgenau durch eine Unterbrechung einzelner Striche der Maßstabsteilung abgeglichen werden, wie dies durch den Pfeil (28) angedeutet ist.

Da sich das so gebildete Widerstandsnetzwerk über einen relativ langen Bereich der Teilung (22) erstreckt, wird der Temperaturmeßwert in diesen Abschnitt des Maßstabes (21) integriert. Auch in diesem Ausführungsbeispiel sind wieder Kontaktfelder (25a und 25b) vorgesehen, über die der Temperatursensor an die Zuleitungspaire (23a/24a und 23b/24b) angeschlossen ist.

In den beschriebenen Ausführungsbeispielen sind die Temperatursensoren durch Metallfilmwiderstände auf der Maßstabsoberfläche realisiert. Es lassen sich jedoch in ähnlicher Form auch andere Sensortypen auf dem Maßstab aufbringen, beispielsweise aktive Sensoren, die auch ohne Stromzuführung eine temperaturabhängige Spannung liefern wie Kupfer/Konstantanelemente.

In den Ausführungsbeispielen sind die Temperatursensoren jeweils auf die Vorderseite des Maßstabs, d.h. die Seite aufgebracht, auf der sich die Teilung befindet. Natürlich ist es auch möglich die Sensoren auf der Rückseite aufzubringen. Dies kann insbesondere bei Maßstäben zweckmäßig sein, die im Auflichtverfahren abgetastet werden.

15 Auflichtmaßstäbe werden oft als Phasengitter ausgebildet und mit einer durchgehenden Metallbeschichtung versehen. Man kann den Meßwiderstand auch in diese Metallschicht auf der Vorderseite des Maßstabes integrieren, indem der betreffende Bereich vor dem Aufdampfen der Metallschicht durch eine Maske abgedeckt wird, die als Negativ des Metallfilmwiderstandes ausgebildet ist. Auf diese Weise werden die für die Temperaturmessung relevanten Leiterbahnen von der übrigen, flächigen Reflexionsschicht isoliert.

Weiterhin ist es möglich, die Metallfilmwiderstände nicht zusammen mit der Teilung auf den Maßstab aufzubringen, sondern die Widerstandsfilme nachträglich auf die Quarzschicht aufzudampfen, die üblicherweise zum Schutz der Maßstabsteilung auf diese aufgebracht wird. Diese Maßnahme ist auch sehr gut für das Aufbringen der Metallfilmwiderstände auf Maßstäbe aus leitendem Material geeignet. Hierbei entsteht dann ein aus mehreren Schichten aufgebauter Maßstab.

#### Patentansprüche

1. Maßstab für Längenmeßeinrichtungen mit einem oder mehreren Meßfühlern zur Erfassung der Temperatur des Maßstabes, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Meßfühler direkt in die Oberfläche des Maßstabes (1, 11, 21, 31) integrierte Temperatursensoren (6, 16, 17, 18; 26a/b; 36a-i) sind.

2. Maßstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatursensoren (6, 16, 17, 18; 26a/b; 36a-i) auf den Maßstab aufgebrachte Metallfilmwiderstände sind.

3. Maßstab nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallfilmwiderstände auf die Oberfläche des Maßstabes aufgedampft sind.

4. Maßstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren aus dem gleichen Material wie die Maßstabsteilung (2, 12, 22, 32) bestehen.

5. Maßstab nach Anspruch 2 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatursensoren (6, 26a/b) neben der Maßstabsteilung aufgebracht sind.

6. Maßstab nach Anspruch 2 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Teilstriche (16, 17, 18; 36a-i) der Maßstabsteilung (12, 32) selbst als Temperatursensor verwendet sind.

7. Maßstab nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Teilstriche (36a-i) der Maßstabsteilung (32) elektrisch parallel oder in Reihe geschaltet sind.

8. Maßstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (6; 26a/b) in Längsrichtung des Maßstabes (1, 21) sich über den Bereich mehrerer Teilstriche der Maßstabsteilung (2, 22) erstrecken.

ken.

9. Maßstab nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl mehrere Teilstriche (27) der Maßstabsteilung (22) als auch zusätzliche in Längsrichtung des Maßstabes verlaufende Metallfilme (26a, 5

b) einen Temperatursensor bilden.

10. Maßstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1, 11, 21, 31) ein photoelektrisch ablesbarer Inkremental- oder Absolutmaßstab ist.

10

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

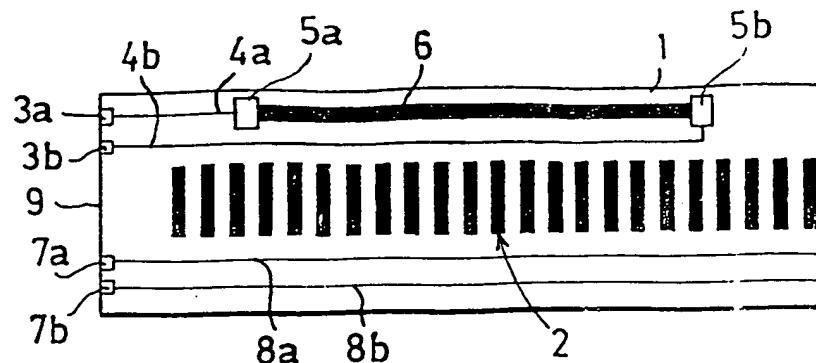


Fig. 1

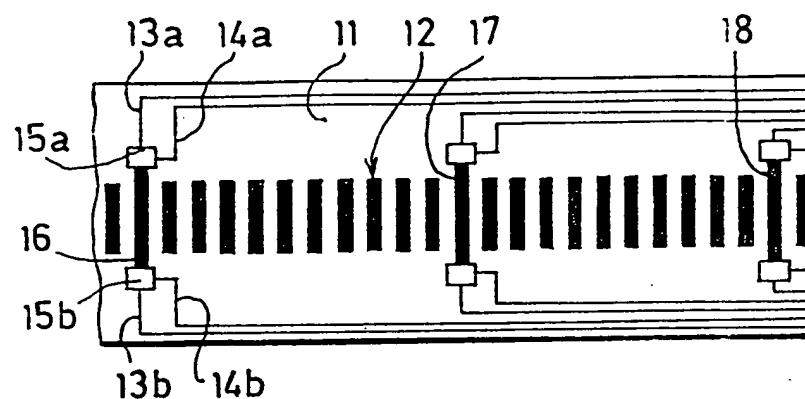


Fig. 2

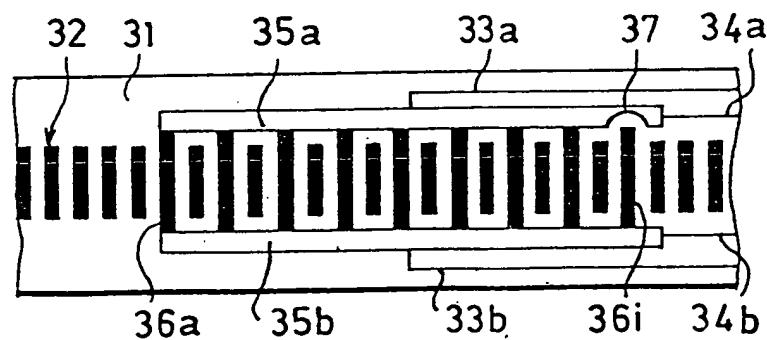


Fig. 3

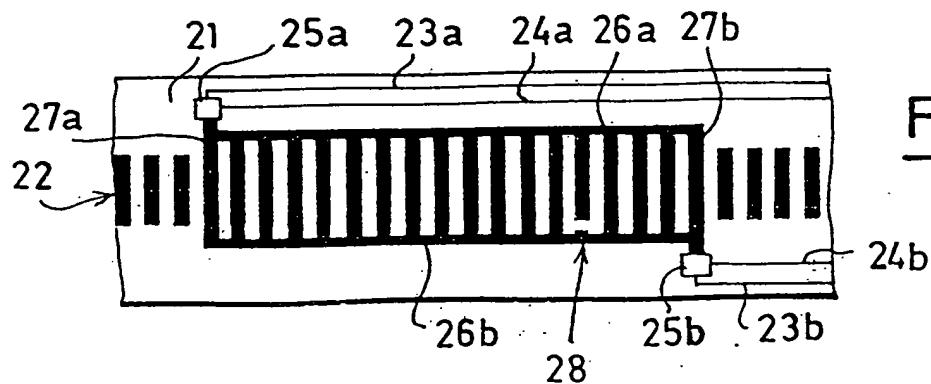


Fig. 4